

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 26-119
補助事業名 平成26年度 CF RTP製パイプ継手の開発と融着の高度化に関する補助事業
補助事業者名 近畿大学 創製加工学研究室 西藪 和明

1 研究の概要

本研究開発は、炭素繊維強化熱可塑性プラスチック（Carbon Fiber Reinforced Thermoplastic, CF RTP）製のパイプ・継手を製造することを目的に、多関節ロボットを用いたパイプ成形装置を開発した。連続した炭素繊維で強化された一方向CF RTPプリプレグテープを小型の多関節ロボットの先端に取り付けられた積層成形ヘッドで加熱し、回転するマンドレル型に連続的に加圧しながら巻きつけることで、CF RTP製のパイプを得た。

2 研究の目的と背景

近年、熱可塑性樹脂と炭素繊維を複合化させた炭素繊維強化熱可塑性プラスチック（CF RTP）が、電気自動車分野や情報家電分野および産業機器分野等で注目されている。CF RTPはこれまでの熱硬化性のCF RPと比較して、生産性や耐衝撃性およびリサイクル性に優れている。これまで、繊維長が数mmの短い炭素繊維で強化された樹脂ペレットを用いて、射出成形によりCF RTP成形品が製造されてきた。一方、近年注目されているCF RTPは一方向や織物などの連続した炭素繊維で強化された積層板やテープ材である。このような連続繊維で強化されたCF RTPは加熱プレス成形やハイブリッド射出成形および自動積層成形などで製造され、今後はパイプ形状や異形断面等を有する部材の量産が期待されている。とりわけ、自転車やレーシングカーの構造フレーム等はパイプ形状の構造部材が用いられることが多い。また、水道管やガス管等のインフラ用途にもパイプ技術は不可欠であり、今後は更なる強度・信頼性の向上のために、炭素繊維等で繊維強化されたパイプや継手が期待され、海中や土中に敷設して天然ガス等の輸送ラインとして用いることも期待されている。

本研究開発では、CF RTP製のパイプ・継手を製造することを目的に、一方向CF RTPプリプレグテープを連続的に加熱・加圧しながらパイプ形状を得るためのパイプ成形装置を実験室規模で新たに開発した。本報では多関節ロボットの先端に取付可能で、CF RTPプリプレグテープを“供給”・“加熱”・“加圧”可能な積層成形ヘッドを独自に設計・開発し、CF RTP製のパイプ形状を得た結果について報告する。

3 研究内容

3.1 CFRTP製パイプ・継手

本研究開発で開発するCFRTP製パイプ・継手の概念図を図1に示す。パイプ形状を得るために、金属製のマンドレルに独自に開発した“積層成形ヘッド”を用いて一方向CFRTPテープを加熱・加圧しながら積層成形を行う。その後、2本のパイプに更に積層成形することで、パイプと継手間の熱融着を行い、CFRTP製のパイプ継手を得る。

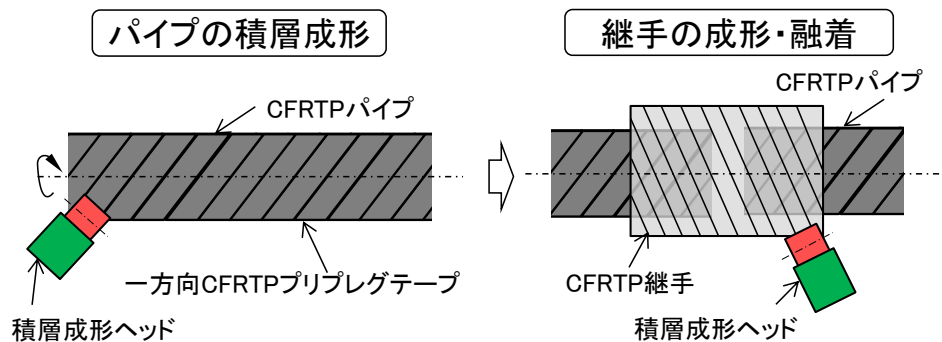


図1 CFRTP製パイプ・継手

3.2 積層成形プロセスの提案

本研究開発で提案するCFRTP製パイプ製造のための積層成形工程を図1に示す。数センチメートル幅に切り揃えた一方向CFRTPプリプレグテープを回転するマンドレルに任意方向に加熱しながら積層する手法である。任意の繊維方向で積層することで所望の力学的特性を有するパイプを製造することが可能である。また、図2のように工程1、2を繰り返す、何層にも積層成形することで長尺の肉厚パイプの成形も可能である。

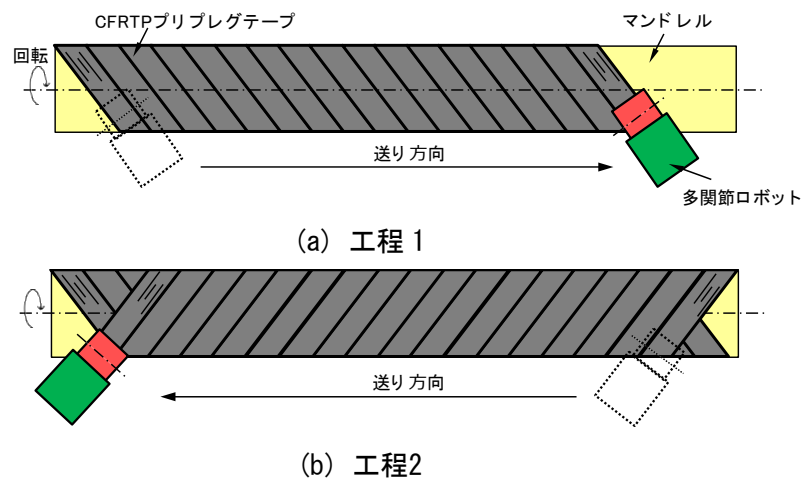


図2 CFRTPパイプの積層成形工程

3. 3 積層成形ヘッドの開発

CFRTPプリプレグテープを積層成形する際に、何らかの加熱源を用いてプリプレグテープ中の母材樹脂を加熱溶融させる必要がある。CFRTPの積層成形の加熱源として、半導体レーザーや高温に加熱された不活性ガスを用いることが欧米諸国で提案されているが、加熱装置が大型で導入コストが高く、エネルギー効率も低い課題がある。そこで、本研究では導入コストが低く、比較的簡便な電源装置で加熱可能な近赤外線（短波長）ヒータを用いた。

本研究開発で開発したCFRTPパイプの積層成形ヘッドの模式図を図3に示す。数十mのテープ幅を有する一方向CFRTPプリプレグテープが数十m巻かれたプリプレグテープ供給リールからプリプレグテープが供給される。プリプレグテープ供給リールと加圧ローラ間に設置されたテンションローラにより、任意の張力がプリプレグテープに付与される仕組みとした。近赤外線ヒータは加圧ローラ部とマンドレル部近傍に2基設置し、プリプレグテープ中の母材樹脂を均一に加熱溶融させながらパイプ形状を成形可能なように設計した。

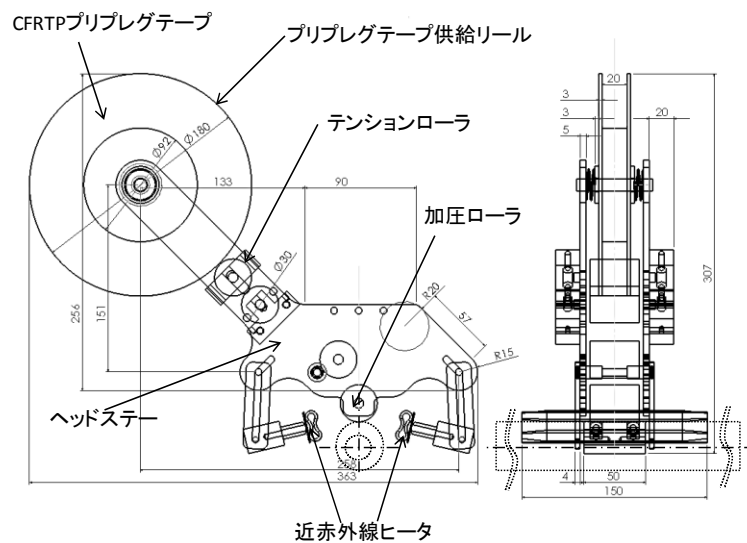


図3 CFRTPパイプの積層成形ヘッド

3. 4 CFRTPパイプ成形装置

開発したCFRTPパイプの成形装置を図4に示す。図4(a)に示すように、小型の多関節ロボットの先端に3.2節で述べた積層成形ヘッドを取り付け、任意の繊維配向角でCFRTPパイプを連続的に成形可能な装置を開発した。本事業完了後も、引き続きパイプ成形装置の改良を行い、最適な成形条件を見出していく予定である。また、事業期間内では長尺のパイプを得ることは困難であったため、引き続き研究開発を継続する予定である。

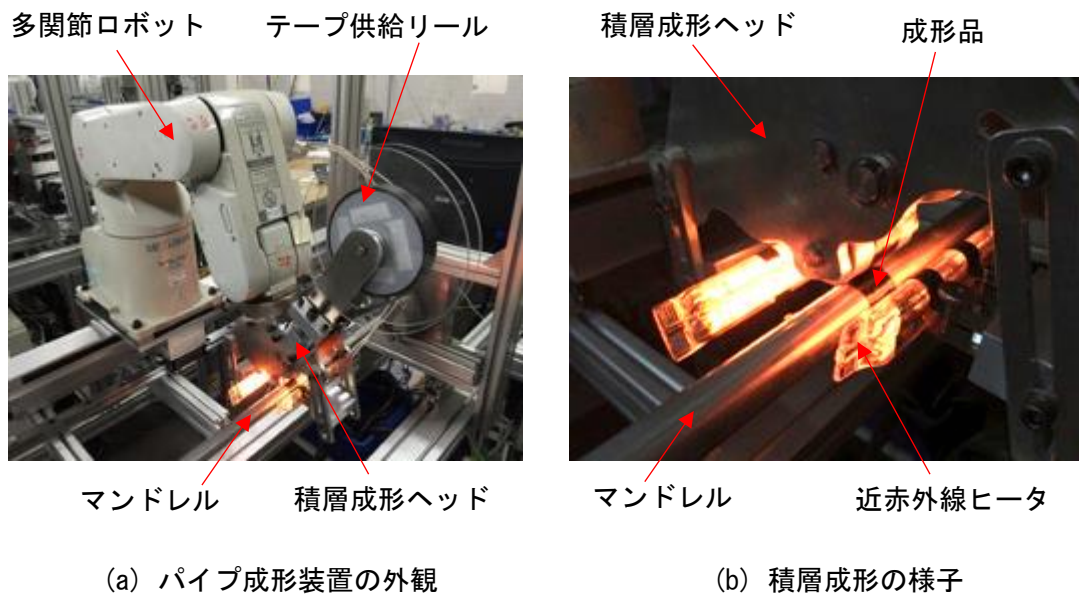


図4 CFRTTPパイプ成形装置

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究開発で得られた成果は、水道管やガス管等のインフラ分野に留まらず、自転車のフレームや電気自動車等の輸送機器の構造部材としての利用が見込まれ、地球温暖化やエネルギー問題等の今日の社会的課題に対し、車体の軽量化や高強度化による燃費の向上等に貢献することが出来ると考える。

今後は、実社会の要求に応えるために、高品質でCFRTTPパイプを成形可能な条件を見出し、装置の改良を事業完了後も継続して行う予定である。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

当研究室ではこれまでに熱可塑性CFRPの成形加工および接合に関する研究を行っている。熱可塑性CFRPの産業界での適用拡大を目指すため、研究室内での研究開発に留まらず、産学連携で産業界が抱える熱可塑性CFRPの製造に関する課題解決に向けて取り組んでいる。本研究開発は、その熱可塑性CFRPの成形加工に関する研究に位置づけられる。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

第7回 日本複合材料会議 (JCCM7) 講演論文集 「3B-10 開繊炭素繊維を抵抗発熱体に用いた熱可塑性CFRPの電気式融着接合」, 京都市民総合交流プラザ, 2016/3/16-18.

URL : http://compo.jsms.jp/conference/jccm7/files/jccm7_program_final.pdf

本研究に関連する成果について、今後も繊維強化複合材料に関わる学術学会誌へ論文投稿および国内外の国際会議で発表予定である。

7 補助事業に係る成果物

本補助事業では、実験室規模でCFRTP製パイプを製造可能なパイプ成形装置を新たに開発した。

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 近畿大学 理工学部 機械工学科 創製加工学研究室
(キンキダイガク リコウガクブ キカイコウガッカ ソウセイカコ
ウガクケンキュウシツ)

住 所： 〒577-8502
大阪府東大阪市小若江3-4-1

申 請 者： 教授 西 簀 和明 (ニシヤブ カズアキ)

担 当 部 署： 近畿大学 理工学部 機械工学科

E-mail： nishiyabu@mech.kindai.ac.jp

URL： <http://www.kindai.ac.jp>